日　射　計

ＰＶ－ＫＳＳＴ４６

取扱説明書

（ＭＳ－６０２）

三菱電機株式会社　中津川製作所

N08EEGT0060A

ソーラーエース
MS-602
取扱説明書

本製品を正しくお使いいただくため、ご使用の前に必ず本書をお読み下さい。
また、本書は必要なときにすぐ使えるように、手近な所に大切に保管して下さい。

EKO 英弘精機株式会社

N08EEGT0060A

ご使用の前に

⚠ 警　告

・本製品を使用する前に、必ずこの取扱説明書をよく読んで理解して下さい。
・この取扱説明書は、手近な所に大切に保管し、必要なときにいつでも取り出せるようにして下さい。
・製品本来の使用方法及び取扱説明書に指定した使用方法を守って下さい。
・本書の安全に関する指示に対しては、指示内容を理解の上、必ず従って下さい。

以上の指示を必ず厳守して下さい。
指示に従わないと怪我や事故の恐れがあります。

標準品リスト

本器を使用する前に、内容物がそろっているか、輸送による損傷等がないか確認をお願いします。

1）本体	1台	4）取扱説明書（本書）	1冊
2）出力ケーブル	1本	5）検査証	1通
3）取付ボルト	2本	6）保証書	1通

安全に正しくお使い頂くために

《絵表示について》

この取扱説明書では、製品を正しくお使い頂き、お客様や他の人々への危害や財産への損害を未然に防止するために、いろいろな絵表示を使用しています。
その表示の意味は次の通りです。

	警　告 厳　守	この表示を無視して誤った取扱いをすると、人が死亡または重傷を負う可能性があることを示しています。
	注　意	この表示を無視して誤った取扱いをすると、人が傷害を負ったり、物的損害の発生が想定されることを示しています。

N08EEGT0060A

《警告の指示事項》

本製品を使用する前に以下の警告、厳守、注意事項をよく読み、指示に従って下さい。

・設置について

警 告	本器はボルト、ナット等で台に固定して下さい。
	強風、地震等により転落し、思わぬ事故を引き起こす恐れがあります。

・ガラス製部品

注 意	露出ガラスドームには衝撃を与えないで下さい。
	衝撃を与えると破損します。破損破片の飛散は、事故の原因となる可能性があります。

本書の構成／目次

1. 概　要

本器は ISO 9060に規定される Second class の全天日射計です。

全天日射計は通常水平に設置してその出力を測定することにより全天日射強度を求めるための測器です。ここでは全天日射計に関する用語をISO、WMOの資料より引用して紹介します。

1.1 用語の定義

半球面日射強度	任意の平面で立体角2π(sr)より受ける日射強度 (W/m²)又は(kW/m²)
全天日射強度	水平な平面で受ける半球面日射強度 (W/m²)又は(kW/m²)
直達日射強度	任意の面上の太陽の光球を中心に含む小さな立体角で受ける日射強度 (W/m²)又は(kW/m²)
散乱日射強度	半球面日射強度のうちで空気分子、エーロゾル粒子、雲その他の粒子で散乱されて到達する日射強度 (W/m²)又は(kW/m²)
全天日射計	波長範囲0.3μmから3μmまでの任意の平面に到達する日射強度を測定するために設計された放射計。
直達日射計	太陽の光球を中心に含む決められた立体角に垂直な面の日射強度を測定するための放射計
世界放射基準 (WRR)	±0.3%以下の精度の日射強度基準。この基準は世界気象機関(WMO)により認定され、1980年1月1日より発効している。この基準の長期安定性を確認するために、構造の異なる少なくとも4台の絶対放射計が使われており、それらはWMOで管理されている。

表1. 用語の定義

1.2 全天日射計の概要

全天日射計は屋外に設置し、全天日射強度を測定するための測器で全天日射強度は2π(sr)より単位時間、単位面積に入射する放射エネルギー(フラックス)でその単位は(W/m²)又は(kW/m²)です。この全天日射強度は、直達日射強度と散乱日射強度より構成されます。

全天日射計の構造を大きく3つの部分に分けると、日射を受ける黒色塗料を塗布した受光部、受光部を保護すると同時に日射のみを透過させてそれ以外の放射エネルギーの入射を阻止するガラスドーム、及び本体部(ボディ)より構成されます。

年間を通じ連続して屋外に設置して日射強度の計測を可能とするために、その構造は全天候型であり、堅牢なものとなっています。日射計からの出力は直流電圧で、その大きさは数千μV(数mV)と非常に小さな値です。そのため、これを読み取るには高感度の電圧計、記録計あるいはデータを連続記録可能なデータロガー等が用いられています。

日射計の性能に関しては、国際規格ISOが3種類に分類しており、温度特性、直線性、応答速度等、日射計自身の持つ各種誤差の許容値を定めています。目的とする精度で全天日射強度を測定するためには後述する設置場所の選定、日々のメンテナンス、定期的校正等が必要となります。

本マニュアルを充分ご理解の上、正しくご使用になるようお願いいたします。

2.　構造及び原理

受感部は、温度特性及び機械的に優れている特殊フィルムを基板に用い、受感部中心部分と半径方向の温度差を検出する多数接点をもつサーモパイルを配しています。
受感部の外周は、適度の熱容量をもつ金属製ホルダーに接合されており日射強度の変化に対応し、受感部中心部分と半径方向との温度差が生じます。その温度差に比例した直流電圧を測定して日射強度を求めます。受感部は、波長依存性がなく吸収率の良い特殊黒色塗料を塗布してあり、ガラスドームは日射のみを透過させると共に、日射以外の変動要因（風等）からの影響を受けにくくしてあります。本体は、シール構造になっており、内部の結露を防ぐために乾燥剤が内蔵されています。

3.　全天日射計の設置

全天日射計を設置する場合は、設置場所や設置方法についていくつかの注意を要する点があります。

① 設置場所は日射計の受光部面より、上部の全周にわたり日射を遮る物体(建物、木、山、その他)のないことが最上ですが、そのような理想的な場所はなかなか見つかりません。現実には太陽の高度角が5° 以上の時遮る物体のない場所に設置されることが望まれます。

② 日常の保守(ガラスドームのクリーニング等)が容易である場所。

③ 鉄塔やポール等の影があたらないこと。

④ 日射を反射しやすい明るい色の壁や看板等がないこと。

⑤ 全天日射計の出力コネクターが北側に向くように設置して下さい(南半球では南側)。日射計は原則として方向性はありませんが、コネクター部の温度変化が大きくなると不要の熱電力が発生し、誤差の原因となります。水平を保つために水準器の中心の円内に気泡が入るように、2つの調節足を回転させて下さい。付属の2本のボルトで全天日射計を設置台に固定した後、再び水準器を確認し、必要があれば調節して下さい。

※ 日射計は水平を保たないとデータに大きな誤差を生じる事になりますので、時々確認をお願い致します。なお傾斜面に設置する場合は日射計を水平な台上であわせた後、傾斜面に取り付けてください。

⑥ 全天日射計を設置する際は全天日射計をぶつけたり、落としたりしないように注意して下さい。強い衝撃は故障や感度定数の変化の原因となります。

⑦ 全天日射計からロガーあるいは記録計等へ至る途中のケーブルは溝やパイプの中を通して直射日光や風雨を避けて下さい。やむを得ず露出した状態で引く場合は風によるケーブルの振動を避ける為に途中をバンド等で固定して下さい。ケーブルの振動はノイズ発生の原因となります。

4. 測定と保守・点検

4.1 測　定

全天日射強度を求めるためには全天日射計の出力を測定する必要があります。この出力は通常データロガーあるいは記録計等で測定します。測定を始めるまでの手順は以下の通りです。

① 日射計の出力ケーブル先端の赤い圧着端子を測定器の（＋）プラス入力端子へ、青い圧着端子を測定器の（－）マイナス入力端子へ接続して下さい。
※シールドは特にノイズが大きい場合に（－）マイナス入力端子へ接続して下さい。

② 測定器の入力レンジ（範囲）を設定して下さい。全天日射強度は日射計を南側へ傾斜させた場合も含めて最大1400W／m^2(1.4kW／m^2)と考えられていますので、全天日射計の感度定数を約7μV／W・m^{-2} (約7mV／kW・m^{-2})とすると、出力は最大約10000μV(約10mV)となります。測定値がオーバースケールしない最小の入力レンジを選択して下さい。

③ 全天日射強度を次式で求めます。
全天日射計の出力電圧をE(μV)又は(mV)、感度定数をS（μV／W・m^{-2}）又は(mV／kW・m^{-2})とすると、全天日射強度 I (W／m^2)又は(kW／m^2)は

$$I(W/m^2) = \frac{E(\mu V)}{S(\mu V/W\cdot m^{-2})}$$

又は

$$I(kW/m^2) = \frac{E(mV)}{S(mV/kW\cdot m^{-2})}$$

により求められます。
※全天日射計の感度定数は添付される検査証及び全天日射計本体の銘板に記されています。

④ 全天日射強度を連続して測定する場合は記録と積算機能のあるデータロガーを使用されると便利です。（付録1参照）。

4.2 保　守・点　検

連続測定を開始したら少なくとも1日に1回(早朝が望まれます)は日射計やその測定系を点検し必要に応じて以下の各項目を実施して下さい。

① ガラスドームのクリーニング
柔らかい布で汚れ、埃を拭き取って下さい。前夜の天気によっては放射冷却でガラスドームの表面に結露していることがありますので充分に拭き取ります。このような水滴は大きな測定誤差となります。細かい土や砂が付着している場合はそのまま拭かず、水で洗い流した後で拭き取ります。そのまま拭くと、ガラスドーム表面にキズを作り、光の透過特性を変える恐れがあります。

② 水準器を点検し、気泡が円の中心から外れていたら２本の調節足を回転させて円の中心に合わせて下さい。

③ ガラスドームやコネクター部の緩みも目視及び触診にて定期的に点検し、必要に応じ締め込んでおく必要があります。

機器の検定は1年～2年に1度の割合で行ってください。検定のご依頼は、弊社にご依頼願います。
弊社のトレーサビリティ体系を付録2に示します。
また、1～2年に1度、機器内部の乾燥剤の交換を行ってください。乾燥剤の交換は、弊社にご依頼をお願い致します。

「得られた測定データの質は、日射計の設置、保守、点検に払われた注意に比例する」とのWMOの言葉は真実を表しています。

5. 仕　様

本器は ISO 9060に規定される Second class の全天日射計です。
※本器の特性の代表値は、付録3をご覧ください。

■ 応答時間
出力が95%に達するまでの時間 :60秒以下

■ ゼロオフセット
a)放射収支量が200W／m²の時のゼロオフセット :＋30W／m² 以下
b)雰囲気温度が1時間に5℃変化した場合のゼロオフセット :±8W／m² 以下

■ 安定性
感度定数の年間の変化率(%) :±3% 以下

■ 非直線性
日射強度が100W／m²から1000W／m²まで変化した場合の直線性の誤差(%) :±3% 以下

■ 方位特性
1000W／m²の日射強度を入射角及び方位角を変えてあらゆる方向から全天日射計へ入射させた場合の応答の余弦則からの誤差 :±30W／m² 以下

■ 分光特性
波長範囲0.35～1.5μmの間の受光部の分光吸収率とガラスドームの分光透過率の積の平均からの偏差 :±10% 以下

■ 温度特性
雰囲気温度が50℃変化した場合の応答の変化率 :±8% 以下

■ 傾斜特性
1000W／m²の日射強度下で全天日射計を水平から垂直まで回転させた場合の応答の変化率 :±5% 以下

■ 視 野 角　2π(sr)

■ 感度定数　約7μV／W·m⁻² 又は 約7mV／kW·m⁻²
(出力レンジ設定値 0～10mV ⇒ 約0～1. 4kW/m²)

■ 内部抵抗　20 ～ 140Ω

■　温度環境　　－10～＋50℃　（精度保証範囲）
　　　　　　　　－40～＋80℃　（使用温度範囲）

■　寸　　法　外形図参照

■　重　　量　230g

■　塗　装　色　白アルマイト（MS－602本体）

■　ケーブル　　図1参照

出　力

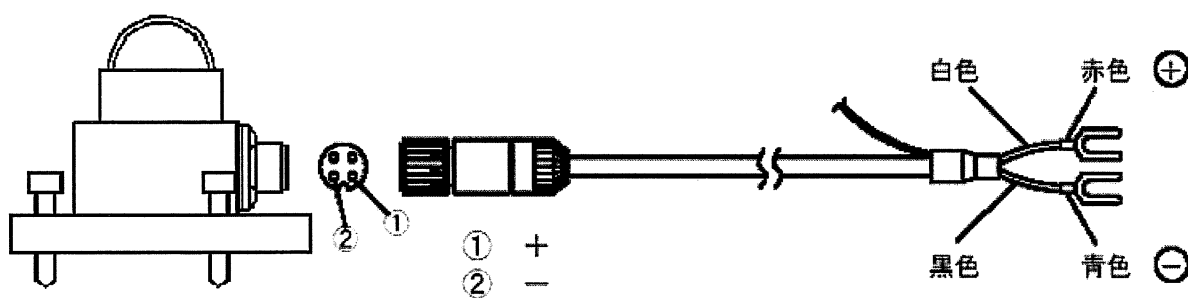



図1. ケーブルの仕様

■　出力ケーブル（MVVS[JCS4271準拠]　０．３mm^2×２芯　外径 約Φ４．８mm）　標準１０ｍ

■　ケーブル端子　　出力ケーブル　Y端子（１．２５Y－４）

英弘精機株式会社は、日射強度の単位を2003年11月より「kW／m^2」より「W／m^2」に
感度常数の単位を「mV／kW･m^{-2}」より「μV／W･m^{-2}」に表記を変更致しました。
但し、気象庁検定品など一部製品は従来の単位を使用致しますので、新･旧の単位を
併記させて頂きます。

付 録 1　測定値の積算について

全天日射強度は雲のない快晴の日はよく安定しています。このような日は全天日射計の出力も非常に安定しており測定も容易ですが、このような日は大変めずらしく、ほとんどの日が多少とも雲が出ており、しかも時々刻々その形を変えています。全天日射計の出力も雲の動きと共に大きく変動します。変動する出力をそのまま記録してもその時々の正確な全天日射強度を求めることは困難です。そこで、当社ではある一定の時間間隔で全天日射計の出力を測定し、これらを足し合わせることで1時間あるいは1日等の間の全天日射強度の合計（全天日射積算量）を求める方法をとっています。ある一定の時間間隔（サンプリング周期）は全天日射強度測定の場合10秒程度が適当と考えられています（WMO）。
このほか、6秒周期もよく用いられます。
全天日射計の出力の測定と測定値の足し合わせを自動的に行う、当社のデータロガーを使用しますと大変便利です。例えば、全天日射計の出力が7000(μV)又は7(mV)の一定値で1時間続いたとし、サンプリング周期を10(sec.)としますと、サンプリング回数は360回となり、サンプリングから次のサンプリングまでは出力は一定値であると仮定しますので、1時間の全天日射積算量I(J／m^2)又は(kJ／m^2)は

$$I = \frac{7000(\mu V)}{7(\mu V/W\cdot m^{-2})} \times 10(sec.) \times 360(回)$$

$$= 3600000(J/m^2) = (3600(kJ/m^2)) = (3.6(MJ/m^2))$$

又は

$$I = \frac{7(mV)}{7(mV/kW\cdot m^{-2})} \times 10(sec.) \times 360(回)$$

$$= 3600(kJ/m^2) = (3.6(MJ/m^2))$$

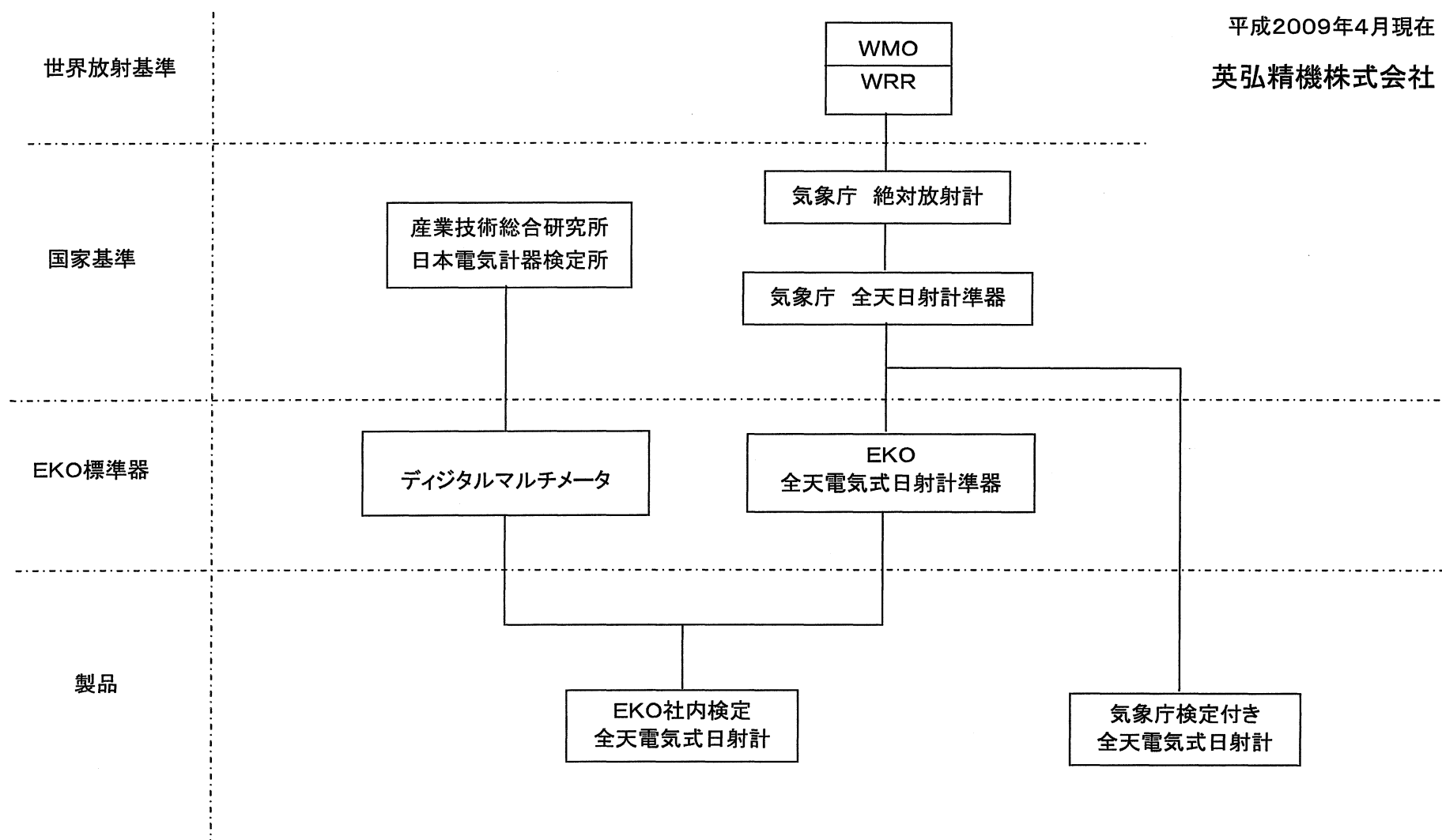
となります。

現実には全天日射計の出力は一定ではありませんので、測定値の積算機能が必要となります。

付 録 2　日射計のトレーサビリティ体系

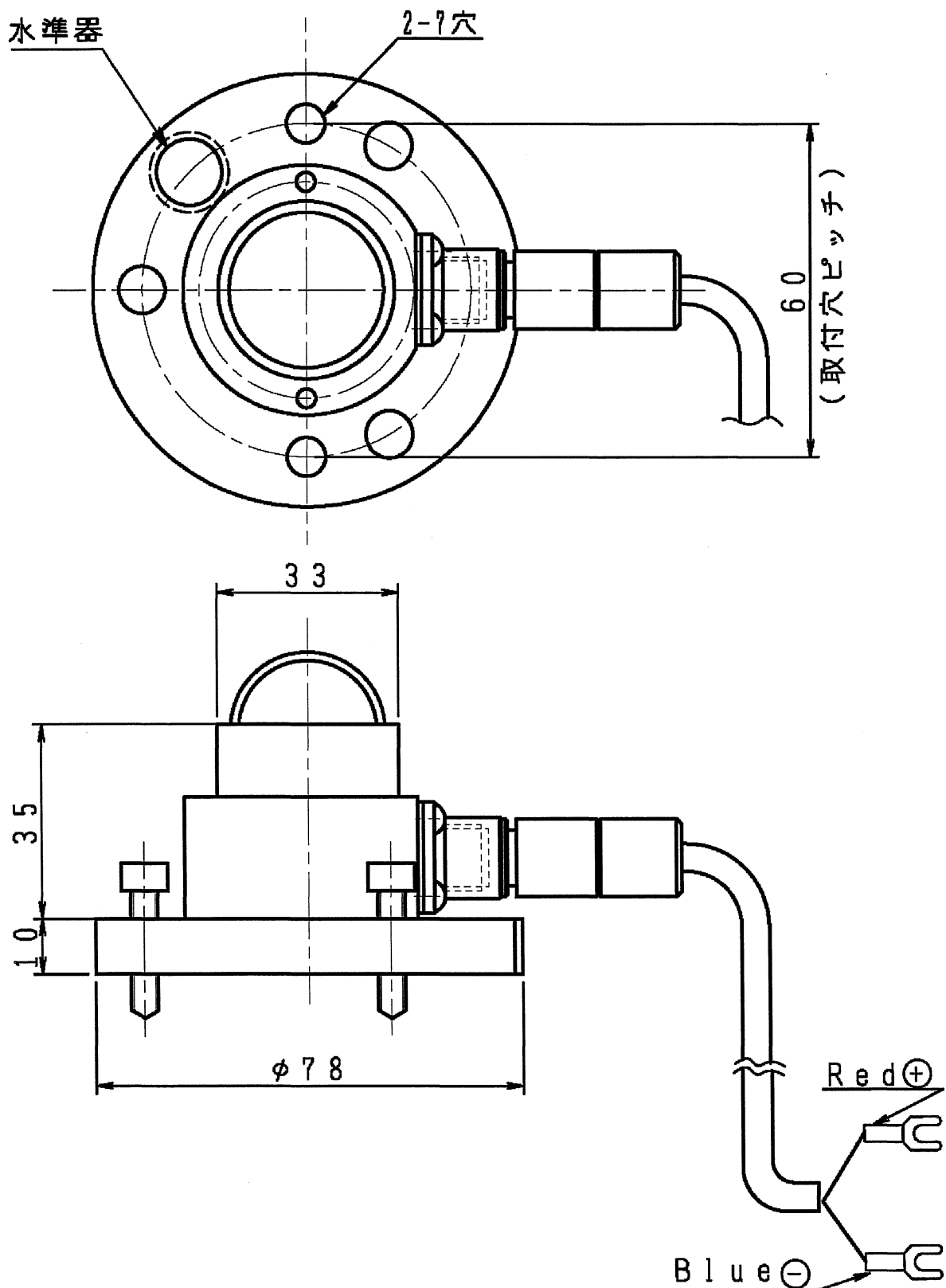
平成2009年4月現在

英弘精機株式会社

N08EEGT0060A

付 録 3　ISO 9060による全天日射計の分類とMS-602の代表値との比較

仕　　様	MS-602の代表値	secondary standard	first class	second class
応答時間 出力が95%に達するまでの時間	約17秒	15秒以下	30秒以下	60秒以下
ｾﾞﾛｵﾌｾｯﾄ a)放射収支量が200W/m²の時のｾﾞﾛｵﾌｾｯﾄ（通風状態） b)雰囲気温度が1時間に5℃変化した場合のｾﾞﾛｵﾌｾｯﾄ	＋10W/m²以下 ±6W/m²以下	＋7W/m²以下 ±2W/m²以下	＋15W/m²以下 ±4W/m²以下	＋30W/m²以下 ±8W/m²以下
安定性 感度定数の年間の変化率（%）	±1．7%以下	±0．8%以下	±1．5%以下	±3%以下
非直線性 日射強度が100W/m²から1000W/m²まで変化した場合の直線性の誤差（%）	±1．5%以下	±0．5%以下	±1%以下	±3%以下
方位特性 1000W/m²の日射強度を入射角及び方位角を変えてあらゆる方向から全天日射計へ入射させた場合の応答の余弦則からの誤差	±25W/m²以下	±10W/m²以下	±20W/m²以下	±30W/m²以下
分光特性 波長範囲0.35～1.5μmの間の受光部の分光吸収率とｶﾞﾗｽﾄﾞｰﾑの分光透過率の積の平均からの偏差	±1%以下	±3%以下	±5%以下	±10%以下
温度特性 雰囲気温度が50℃変化した場合の応答の変化	2%以下	2%以下	4%以下	8%以下
傾斜特性 1000W/m²の日射強度下で日射計を水平から垂直まで回転させた場合の応答の変化率	±2%以下	±0．5%以下	±2%以下	±5%以下

※本器は ISO 9060に規定される Second class の全天日射計です。

付 録 4　外形図(MS－602)

《取扱説明書について》

- 取扱説明書の内容は、製品の性能・機能の向上により、将来予告なしに変更することがあります。
- 取扱説明書の全部または一部を無断で転載、複製することは禁止しています。
- 取扱説明書の内容に関しては万全を期していますが、万一不明な点や誤り、記載もれに気付いたときは、お手数ですが当社までご連絡下さい。

《履　歴》

- 2008年5月　初版発行
- 2009年4月　1．1．1版発行

《保　証》

全天日射計の無償保証期間は出荷後1年間となっております。
詳しくは弊社が定める保証規定に従いますので、添付の保証書をご確認ください。

《お問い合わせ先》

英弘精機株式会社

本　社	〒151-0073	TEL (03) 5352-2911 (代)
	東京都渋谷区笹塚2-1-6　笹塚センタービル	FAX (03) 5352-2917
ｶｽﾀﾏｰｻﾎﾟｰﾄｾﾝﾀｰ	〒151-0072	TEL (03) 3469-5908 (代)
	東京都渋谷区幡ヶ谷1-21-8	FAX (03) 3469-5897
関西営業所	〒532-0012	TEL (06) 6307-3830 (代)
	大阪市淀川区木川東3-1-31　大桜ビル	FAX (06) 6307-3860

ホームページ　ｈｔｔｐ：／／ｗｗｗ．ｅｋｏ．ｃｏ．ｊｐ

N08EEGT0060A